

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-113713

(43)Date of publication of application : 15.04.1992

(51)Int.CI.

H03K 17/78

(21)Application number : 02-232357

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 04.09.1990

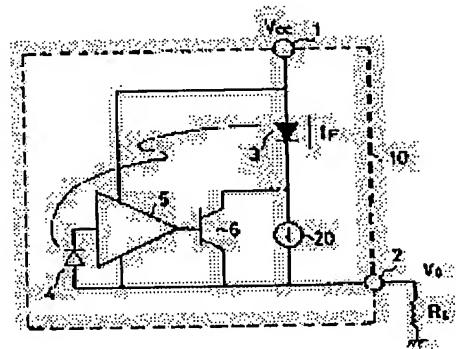
(72)Inventor : KITAJIMA TOMOKAZU

## (54) OPTICAL COUPLING DETECTOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To attain normal operation regardless of magnitude of a power supply voltage by supplying a proper and constant forward current to a light emitting element.

**CONSTITUTION:** The detector is provided with a constant current circuit 20 connected in series with a light emitting element 3 between a power terminal and an output terminal and a switch element subject to switching control by a photoelectric conversion output signal of a light receiving element 4 in response to the presence of optical coupling. It is possible to supply a proper and constant forward current IF to the light emitting element 3 independently of the power supply voltage VCC by connecting the constant current circuit 30 to the light emitting element and normal operation is attained regardless of the power supply voltage VCC.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平4-113713

⑮ Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 03 K 17/78識別記号 行内整理番号  
Q 7827-5J

⑯ 公開 平成4年(1992)4月15日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全5頁)

⑩ 発明の名称 光結合検出装置

⑪ 特願 平2-232357

⑫ 出願 平2(1990)9月4日

⑬ 発明者 北嶋 知和 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会社東芝堀川町工場内

⑭ 出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑮ 代理人 弁理士 鈴江 武彦 外3名

## 明細書

## 1. 発明の名称

## 光結合検出装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 発光素子と受光素子との光結合の有無に応じて物体検出を行うための光結合検出装置において、

前記光結合の有無に応じて受光素子の光電変換出力信号によりスイッチング制御されるスイッチ素子と、

このスイッチ素子に並列に接続され、電源端子と出力端子との間で前記発光素子に直列に接続された定電流回路と

を具備することを特徴とする光結合検出装置。

(2) 請求項1記載の光結合検出装置は、全体が一体的に形成されており、外部端子として前記電源端子と出力端子との2端子を有することを特徴とする光結合検出装置。

(3) 請求項1または2記載の光結合検出装置において、前記定電流回路の構成要素である基準

電圧源として前記発光素子の順方向電圧が用いられていることを特徴とする光結合検出装置。

(4) 発光素子と受光素子との光結合の有無に応じて物体検出を行うための光結合検出装置において、

前記光結合の有無に応じて受光素子の光電変換出力信号によりスイッチング制御されるスイッチ素子と、

このスイッチ素子に並列に接続された定電流回路と、

電源端子と出力端子との間で上記定電流回路に直列に接続された少なくとも1個以上のダイオードと、

前記発光素子の両端側にそれぞれ接続された一対の駆動電流印加端子と

を具備することを特徴とする光結合検出装置。

(5) 請求項3記載の光結合検出装置は、全体が一体的に形成されており、外部端子として前記電源端子と出力端子と前記一対の駆動電流印加端子との4端子を有することを特徴とする光結合検

出装置。

(8) 請求項4または5記載の光結合検出装置において、前記定電流回路の成要素である基準電圧源として前記ダイオードの順方向電圧が用いられていることを特徴とする光結合検出装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 【発明の目的】

##### (産業上の利用分野)

本発明は、光結合の有無に応じて物体検出を行うための光結合検出装置に係り、特に発光素子および受光素子に半導体素子を利用した光結合検出装置に関する。

##### (従来の技術)

従来の光結合検出装置としては、例えば第4図に示すような2端子型検出装置が知られている。この2端子型検出装置は、全体が一体的に形成されており、外部端子として電源端子1と出力端子2との2端子を有する。この2端子型検出装置において、発光素子3および受光素子4は、所定の位置における検出対象となる物体(図示せず)の

存否に応じて光結合の有無が定められるように配設されている。上記発光素子3は、前記電源端子1と出力端子2との間に抵抗R<sub>1</sub>と直列に接続されている。上記受光素子4の光電変換出力信号(例えばフォトダイオードの電流出力)は、電源端子1から動作電源が供給される増幅回路5に入力され、この増幅回路5の出力によりスイッチング制御されるスイッチ素子(例えばNPNトランジスタ)6は前記抵抗R<sub>1</sub>に並列に接続されている。この場合、スイッチ用トランジスタ6のコレクタは発光素子3のカソードに接続されており、この発光素子3のアノードは電源端子1に接続されている。なお、上記受光素子4、増幅回路5、スイッチ素子6および抵抗R<sub>1</sub>は受光部7を形成している。

次に、上記2端子型検出装置の使用方法と動作について説明する。出力端子2と外部の接地電位GNDの間に負荷抵抗(外部抵抗)R<sub>L</sub>を接続し、電源端子1に電源電圧Vccを印加する。これにより、受光素子3は駆動電流が供給されて受光し、

受光素子4は発光素子3との光結合の有無に応じて定まる信号を出力し、この出力信号は増幅回路5で増幅され、スイッチ用トランジスタ6は発光素子3と受光素子4との光結合の有無に応じて増幅回路5の出力によりオン/オフされる。

即ち、発光素子3と受光素子4との間に物体がない場合(受光素子は入光状態)には、スイッチ用トランジスタ6はベース電流が十分に供給されてオンし、そのコレクタ・エミッタ間は飽和状態に入る。このコレクタ・エミッタ間飽和電圧をV<sub>CE(sat)</sub>、発光素子3の順方向電圧をV<sub>F</sub>で表わすと、出力端子2の出力電圧V<sub>o</sub>は、

$$V_o = V_{cc} - V_F - V_{CE(sat)} \quad \dots \dots (1)$$

となる。

上記とは逆に、発光素子3と受光素子4との間に物体がある場合(受光素子4は遮光状態)には、スイッチ用トランジスタ6がオフになる。従って、発光素子3を流れる電流I<sub>F</sub>は抵抗R<sub>1</sub>から外部の負荷抵抗R<sub>L</sub>へと流れるので、出力電圧V<sub>o</sub>は、

$$V_o = (V_{cc} - V_F) / (1 + R_1 / R_L) \quad \dots \dots (2)$$

となる。ここで、R<sub>1</sub> > R<sub>L</sub>となるよう定数を選ぶと(1)式 > (2)式となり、発光素子・受光素子間の物体の有無により、出力電圧V<sub>o</sub>が変化することになり、この出力電圧V<sub>o</sub>の変化により物体の有無を検出することができる。

しかし、上記したような従来の2端子型検出装置は、以下に述べるような理由により電源電圧Vccの使用範囲が限られていた。即ち、発光素子3と受光素子4との間に物体がある場合に、出力電圧V<sub>o</sub>は(2)式で与えられるが、この時、発光素子3を流れる電流I<sub>F</sub>は、

$$I_F = (V_{cc} - V_F) / (R_1 + R_L) \quad \dots \dots (3)$$

で与えられ、電源電圧Vccの使用範囲が広い場合、発光素子3の順方向電圧V<sub>F</sub>はほぼ一定であるが、発光素子3を流れる電流I<sub>F</sub>が大きく変化することが分かる。数値例をあげると、

$$V_F = 2V, R_1 = 1k\Omega, R_L = 300\Omega$$

とすると、(3)式より、

$V_{cc} = 5V$  の時、  $I_F = 2.31mA$

$V_{cc} = 24V$  の時、  $I_F = 16.9mA$

となり、電源電圧  $V_{cc}$  が約 5 倍変化した場合に、発光素子電流  $I_F$  が約 7 倍も変化してしまう。

従って、使用電源電圧によっては発光素子電流  $I_F$  が大きくなるので、発光素子 3 に負荷がかかり過ぎ、その特性の劣化を起こしたり、逆に、発光素子電流  $I_F$  が小さくなる場合には、発光素子・受光素子間の光結合が弱くなつて物体検出の正常動作が難しくなる等の問題があった。

#### (発明が解決しようとする課題)

上記したように従来の光結合検出装置は、電源電圧使用範囲が広い場合に発光素子電流が大きく変化し、発光素子電流が大きくなる場合には発光素子に負荷がかかり過ぎてその特性の劣化を起こし、発光素子電流が小さくなる場合には発光素子・受光素子間の光結合が弱くなつて物体検出の正常動作が難しくなる等の問題があるので、電源電圧の使用範囲が限られていた。

本発明は、上記問題点を解決すべくなされたも

され、前記光結合の有無に応じて受光素子の光電変換出力信号によりスイッチング制御されるスイッチ素子と、前記発光素子の両端側にそれぞれ接続された一対の駆動電流印加端子とを具備することを特徴とする。

#### (作用)

発光素子に適度で一定の順方向電流を流すことが可能になり、電源電圧の大小に拘らずに正常な動作が可能になり、電源電圧の使用範囲を拡大することが可能になる。

#### (実施例)

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は、本発明の光結合検出装置の第1実施例に係る2端子型検出装置10を示しており、第4図を参照して前述した従来の2端子型検出装置と比べて、抵抗  $R_1$  に代えて定電流回路20が接続されている点が異なり、その他の回路構成とか、全体が一体的に形成されて外部端子として電源端子1と出力端子2との2端子を有する点は同じで

ので、その目的は、発光素子に適度で一定の順方向電流を流すことが可能になり、電源電圧の大小にかかわらず動作が可能になり、電源電圧の使用範囲を拡大し得る光結合検出装置を提供することにある。

#### [発明の構成]

##### (課題を解決するための手段)

第1の発明は、発光素子と受光素子との光結合の有無に応じて物体検出を行うための光結合検出装置において、電源端子と出力端子との間に前記発光素子に直列に接続された定電流回路と、この定電流回路に並列に接続され、前記光結合の有無に応じて受光素子の光電変換出力信号によりスイッチング制御されるスイッチ素子とを具備することを特徴とする。

第2の発明は、発光素子と受光素子との光結合の有無に応じて物体検出を行うための光結合検出装置において、電源端子と出力端子との間に直列に接続された少なくとも1個以上のダイオードおよび定電流回路と、この定電流回路に並列に接続

るので、第4図中と同一部分には同一符号をしてその説明を省略する。

上記2端子型検出装置10の使用方法は従来例と同様であり、その動作も従来例とほぼ同様であるが、定電流回路20を接続したことにより、電源電圧  $V_{cc}$  の大きさに依存せず（但し、 $V_{cc} \geq V_F + V_{CE(sat)}$  とする。）、発光素子3に適度で一定の電流  $I_F$  を流すことが可能になり、電源電圧  $V_{cc}$  の大小に拘らずに正常な動作が可能になる。

第2図は、第1図中の電源端子1、出力端子2、発光素子3、スイッチ用トランジスタ6と共に定電流回路20の一具体例を示している。定電流回路20は、エミッタが電源端子1に接続され、ベース・コレクタ相互が接続されたPNPトランジスタQ1と、エミッタおよびベースが上記トランジスタQ1と共通接続されたPNPトランジスタQ2と、上記トランジスタQ1のコレクタと前記発光素子3のカソードとの間に接続された抵抗  $R_2$  と、上記トランジスタQ2とコレクタ同士が

(4)

接続され、コレクタ・ベース相互が接続され、エミッタが output 端子 2 に接続された NPN トランジスタ Q3 と、ベースおよびエミッタが上記トランジスタ Q3 と接続され、コレクタが前記発光素子 3 のカソードに接続された NPN トランジスタ Q4 とからなる。

ここで、トランジスタ Q1 のベース・エミッタ間電圧を  $V_{BE}$  で表わすと、トランジスタ Q1 を流れる電流  $I_1$  は、

$$I_1 = (V_F - V_{BE}) / R_2 \quad \dots \dots (4)$$

で与えられる。この電流  $I_1$  が基準電流であり、この電流  $I_1$  は発光素子 3 の順方向電圧  $V_F$  により決定される。一方、トランジスタ Q1 と Q2、トランジスタ Q3 と Q4 はそれぞれカレントミラー回路を形成しており、トランジスタ Q1 と Q2 のエミッタ面積比を  $1:m$ 、トランジスタ Q3 と Q4 のエミッタ面積比を  $1:n$  とし、それぞれのトランジスタの電流増幅率  $h_{FE}$  がエミッタ面積比  $m, n$  に比べて十分大きいとすると、トランジスタ Q4 を流れる電流  $I_4$  は、

この 4 端子型検出装置 30 の使用方法および動作は、基本的には、前述した 2 端子型検出装置 10 と同様であるが、発光素子 3 を独立に駆動することができ、出力電圧  $V_o$  の取り得る最大値は、ダイオード D 部の順方向電圧を  $V_F'$  で表わすと、

$$V_o = V_{cc} - V_F' - V_{CE(sat)} \quad \dots \dots (6)$$

である。即ち、前述した 2 端子型検出装置 10 の出力電圧  $V_o$  は発光素子 3 の順方向電圧  $V_F$  により一義的に決定されるのに対して、上記 4 端子型検出装置 30 では、接続するダイオード D の個数により順方向電圧  $V_F'$  を変更して出力電圧  $V_o$  の取り得る最大値を変更することができる。但し、 $V_F' - V_{CE(sat)}$  の電圧で增幅回路 5 が動作することが前提である。

このことを数値例をあげて説明すると、前述した 2 端子型検出装置 10 では、発光素子 3 の順方向電圧  $V_F$  を 2V、コレクタ・エミッタ間飽和電圧  $V_{CE(sat)}$  を仮に 0V とした場合、電源電圧  $V_{cc} = 5V$  の時、出力電圧  $V_o$  の最大値は 3V と一義的に決まるのに対して、上記 4 端子型検出装

$$\begin{aligned} I_4 &= m \times n \times I_1 \\ &= m \cdot n \cdot (V_F - V_{BE}) / R_2 \quad \dots \dots (5) \end{aligned}$$

であり、これにより発光素子 3 に一定の電流  $I_4$  を流すことができる。

上記した定電流回路 20 のように、定電流回路 20 の基準電流  $I_1$  を決定させるための基準電圧源に発光素子 3 の順方向電圧  $V_F$  を用いることにより、回路の簡素化、消費電流の低減化が可能になる。

第 3 図は、本発明の第 2 実施例に係る 4 端子型検出装置 30 を示しており、第 1 図を参照して前述した 2 端子型検出装置 10 と比べて、電源端子 1 と出力端子 2 との間の発光素子 3 に代えて少なくとも 1 個以上のダイオード D が接続され、発光素子 3 の両端側にそれぞれ接続された一对の駆動電流印加端子 8、9 を有し、外部端子として、電源端子 1 と出力端子 2 と上記一对の駆動電流印加端子 8、9 との 4 端子を有する点が異なり、その他は同じであるので、第 1 図中と同一部分には同一符号を付してその説明を省略する。

置 30 では、1 個のダイオード D の順方向電圧を 0.7V (シリコン・ダイオードの場合) とすると、ダイオード D を 1 つ接続した場合には出力電圧  $V_o$  の最大値は 4.3V であり、ダイオード D を 2 つ接続した場合には出力電圧  $V_o$  の最大値は 3.6V となる。

なお、第 3 図中の定電流回路 20 の一具体例としては、第 2 図に示した定電流回路 20 中の発光素子 3 に代えて、ダイオード D を例えば 2 個直列に接続すればよい。

また、上記各実施例のトランジスタの極性 (NPN、PNP) を逆にすると共に電源極性を逆にするように変更したり、あるいは、バイポーラトランジスタに代えて電界効果トランジスタを使用して構成してもよい。

さらに、上記各実施例の光結合検出装置 10、30 の使用方法として、外部抵抗  $R_L$  を電源端子 1 側に接続すると共に出力端子 2 を接地するように変更して、出力電圧  $V_o$  の論理レベルを反転させることが可能である。

### [発明の効果]

上述したように本発明の光結合検出装置によれば、発光素子に適度で一定の順方向電流を流すことが可能になり、電源電圧の大小に拘らずに正常な動作が可能になり、電源電圧の使用範囲を拡大することができる。

即ち、2端子型検出装置では、スイッチ素子に並列に定電流回路を接続することにより、電源電圧の使用範囲が広い場合にも発光素子に一定の電流を流すことができるので、従来の2端子型検出装置のような発光素子電流の過不足による動作不具合を改善することができる。

また、発光素子の代わりにダイオードを接続した4端子型検出装置の場合には、2端子型検出装置に比べて、ダイオードを接続する個数の変更により出力電圧の取り得る最大値を変更することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る2端子型光結合検出装置の一例を示す回路図、第2図は第1図

中の定電流回路の一具体例を示す回路図、第3図は本発明の他の実施例に係る4端子型光結合検出装置の一例を示す回路図、第4図は従来の2端子型の光結合検出装置を示す回路図である。

1 … 電源端子、2 … 出力端子、3 … 発光素子、  
 4 … 受光素子、5 … 増幅回路、6 … スイッチ用ト  
 ランジスタ、8、9 … 駆動電流印加端子、10 …  
 2 端子型検出装置、20 … 定電流回路、30 …  
 4 端子型検出装置、D … ダイオード。

出願人代理人 弁理士 鈴江 武彦

